Apostila 3

Técnicas de Gravação e Mixagem de Áudio

Fundamentos de áudio analógico

Áudio

Áudio é uma representação do som, transmitida e/ou armazenada eletronicamente em algum tipo de mídia. O áudio **não é**, portanto, o som. Quando usamos o termo *som*, falamos obrigatoriamente de energia acústica. Já quando utilizamos o termo *áudio*, nos referimos a uma representação de um fenômeno acústico.

Para transformarmos a energia acústica em um sinal de áudio, precisamos converter essa energia para outro formato, utilizando transdutores, que são os nossos conversores. Microfones e captadores de instrumentos musicais elétricos são os conversores mais comuns que encontramos. Esses transdutores convertem a energia acústica em energia elétrica, que é transmitida por um fio metálico até amplificadores que re-convertem essa energia elétrica em energia acústica nos alto-falantes (*speakers*). Transdutores passivos são aqueles em que a energia de saída é proveniente da energia de entrada. Já os transdutores ativos dispõem de um alimentador de energia, que é responsável pela maior parte da energia de saída.

Quando gravamos um sinal de áudio, temos mais um transdutor no processo, que converte a energia elétrica que vem do cabo do microfone em energia magnética, que fica armazenada, por exemplo, em uma fita. Quando ouvimos o áudio de uma fita magnética, a cabeça do gravador/reprodutor converte essa representação magnética em impulsos elétricos que são transmitidos por fios para alto-falantes, que convertem de volta a eletricidade em energia acústica, para que possamos ouvir os sons.

Sinal

Um sinal analógico de áudio é o resultado da transdução da energia de um evento acústico em outro tipo de energia, elétrica ou eletro-magnética. Há uma relação de proporcionalidade entre o som e sua representação elétrica (viajando por cabos) ou magnética (gravada em uma fita). Mixers e amplificadores podem alterar a representação do som de forma que ele se torne irreconhecível. Por exemplo, se gravamos um sinal claro, sem distorção, e saturamos a amplificação dele, esse som, inicialmente limpo, fica distorcido e o resultado é distante do som original. Podemos *restaurar* o sinal, se diminuirmos o ganho do sinal ou o volume do amplificador. Todavia, se gravamos um som distorcido, ou seja, se a distorção já está presente no som original, não temos como eliminar essa distorção, independentemente do que fizermos.

A amplitude de uma forma de onda pode ser representada analogicamente de duas maneiras, como uma voltagem que faz os elétrons se locomoverem por fios ou como a quantidade de campo magnético contidas em uma fita. Para gravar analogicamente essas ondas, utilizamos, na maioria das vezes, os microfones.

Um microfone é constituído dos seguintes elementos básicos: seu corpo, uma membrana, uma bobina e um ímã. A membrana está presa a bobina que, por sua vez, envolve um ímã. As vibrações da membrana farão a bobina movimentar-se para dentro e para fora do ímã, gerando uma energia elétrica muito baixa.

Essa energia elétrica será conduzida através de fios até um pré-amplificador. Este último, como o próprio nome já diz, amplificará essa energia elétrica, fazendo com que ela atinja valores maiores. Desse ponto em diante, o som capturado pelo microfone poderá ir, através de fios, para um gravador, uma mesa de som ou um amplificador.

Assim sendo, podemos concluir que o microfone tem a capacidade de transformar as ondas sonoras em energia elétrica ou voltagem. No caso, milivoltagem, com valores extremamente baixos.

A proporção entre a tensão (em Volts) e decibéis (potência) é o resultado da raiz quadrada da potência (dB). Assim, o aumento de 1 dB no nível corresponde a 1,26 na proporção de potência e a 1,12 na proporção de tensão. O valor 1,12 é o resultado da raiz quadrada de 1,26 ($\sqrt{1,26}=1,12$).

Para sabermos qual é a variação em decibéis a partir da variação de tensão, empregamos a seguinte fórmula: $dB = 20 \log V2/V1$, onde V1 é a tensão inicial e V2, a tensão final.

Além da formula para a conversão de proporções entre potências para decibéis, também podemos utilizar as tabelas 1A e 1B, mostradas na apostila 1. Sabendo-se que a proporção entre potências de 100 corresponde a 20 dB (tabelas 1A e 1B), suponhamos então uma proporção entre potências de 200.

200 = 100 x 2, onde 100 = 20 dB e 2 = 3 dB

Portanto: 20 dB + 3 dB = 23 dB

Agora, suponhamos uma proporção entre potências de 12.000.

12.000 = 10.000 x 1,2 onde 10.000 = 40 dB e 1,2 = 1 dB

Portanto: 40 dB + 1 dB = 41 dB

Note que neste exemplo a resposta não é exata, pois 1 dB representa uma proporção de 1,26 e não de 1,2. A resposta correta seria 40,79 dB, mas a pequena diferença de resultado, na casa dos décimos, nada significa em termos práticos.

No quadro abaixo mostramos outras duas tabelas, a 2A e 2B onde estão expostos os resultados da transformação de decibéis em proporções entre tensões.

Transformação de decibéis em proporções entre tensões em degraus de 20dB.

Decibéis	Proporção entre tensões
20	10
40	100
60	1.000
80	10.000
100	100.000
120	1.000.000
140	10.000.000
160	100.000.000
180	1.000.000.000
200	10.000.000.000

Para tranformar dB em proporções entre tensões acrescenteum zero ao n°1 para cada 20dB.

Transformação de decibéis em proporções entre tensões em degraus de 1dB.

Decibéis	Proporção entre tensões
1	1,12
2	1,26
3	1,41
4	1,58
5	1,78
6	2,00
7	2,24
8	2,51
9	2,82
10	3,16
11	3,55
12	3,98
13	4,47
14	5,01
15	5,62
16	6,31
17	7,08
18	7,94
19	8,91

Cada proporção, a não ser a primeira, é obtida através da multiplicação da proporção precedente por 1,12, mais precisamente, 1,12202.

Sendo o logaritmo de 1 igual a zero, então qualquer razão que resultar em 1 equivalerá a 0 dB. O valor 0 dB é conhecido como referência.

Conhecendo-se a referência, é possível criar várias escalas de medida em dB. Algumas das escalas usadas em áudio são dB-SPL, dBm, dBv, dBu, dBs, dB.

Uma escala muito utilizada para quantificar a variação de pressão sonora é a dB-SPL, aquela que mede o nível de pressão SPL que já foi explicado na apostila 1. Nela, os limites para o ouvido humano são de 0 dB (inferior) e 120 dB (superior, correspondente ao limiar da dor, à pressão de 20 N/m2), podendo os valores intermediários serem encontrados na vida diária.

Outra escala muito comum em decibéis é a dBm, que se refere à potência aplicada a uma carga, cuja referência é de 1 milliwatt (1 mW) sobre 600 ohms de impedância. Isto corresponde a uma voltagem de, aproximadamente, 775 millivolts (775 mV ou 0,775 V). A fórmula usada para medir o nível de áudio em dBm é:

nível(dBm) = 20.log (V1/775 mV),

onde V1 é a voltagem. O dBm é um padrão arcaico, pois, hoje, quase nenhuma entrada de equipamento possui 600 ohms de impedância.

As escalas dBv, dBu e dBs são iguais, mas usadas em diferentes países e por diversos fabricantes, que ainda não normalizaram um nome universal. Entretanto, o nome mais utilizado é o dBu (antigo dBv), que surgiu para tornar possível especificar o nível a partir de 775 mV quando a impedância da carga for diferente de 600 ohms.

No caso do dBV, as características são as mesmas do dBv, com exceção da voltagem de referência que, aqui, é de 1 volt. Atenção para o uso de escalas como dBm, dBv e dBV, pois, embora elas se pareçam, são muito diferentes. A margem de erro entre o dBv e o dBV, por exemplo, poderia chegar a 2,2 dB.

Nível (level)

Apesar do limite mínimo de amplitude para percebemos um som ser marcado em 0 db (SPL), essa não é a referência usada para os microfones, uma vez que próxima ao ruído de uma sala silenciosa. Se utilizássemos esse padrão, o resultado seria quase inutilizável. A medida de referência em

decibéis mais comum para microfones é de 94 db (SPL), mas, mesmo sendo 94 db (SPL) um nível de pressão de ar relativamente alto, a voltagem elétrica obtida é muito pequena Os microfones convencionais podem funcionar bem com uma variação de entre 2 e 60 mV (milivolts) - o que nos permite uma variação de até 30 db, uma diferença significativa. O nível de microfone na saída é de -20 dBm (10 microwatts).

Por essa razão, muitos microfones funcionam melhor quando conectados a pré-amplificadores que aumentam o sinal de áudio para um patamar mais utilizável. Chama-se nível de microfone (*mic level*) ao sinal que sai do microfone, e nível de linha (*line level*) ao que sai do pré-amplificador. Por exemplo, o sinal de um microfone usado para narração seria em torno de 2mV enquanto o nível deste mesmo sinal, depois de passar um pré-amplificador, será de 1.2 V.

O *line level* é o que se usa em estúdios para que o roteamento do sinal possa passar por vários tipos de processadores de áudio. A voltagem do *line level* pode variar de acordo com a característica do equipamento, principalmente se ele é de uso doméstico ou profissional. A referência mais comum encontrada para equipamentos profissionais é +4dbu (1.2 V), também conhecido como Pro1. Já para equipamentos domésticos o nível é de -10 dbV (0,316 V). A unidade dbu mede decibéis relativos a 0,775 V.

Uso	**Nível**	**Voltagem**
Doméstico	-10 dbV	316mV
Pro 1	+4dbu	1,228 V

1dbV é relativo a 1V

É comum se cometer erros ao se conectar microfones em unidades como câmeras de gravação. Se plugarmos um microfone que tenha saída em nível de microfone em uma entrada para nível de linha, o resultado terá ruídos em excesso. O caso inverso, plugando um sinal com nível de linha em uma

entrada para nível de microfone, resultará em um áudio com extrema distorção.

A terceira etapa dessa cadeia é o nível de alto falantes. Na realidade, um alto-falante funciona de maneira muito semelhante ao microfone, visto que ele também possui seu corpo, uma bobina, um ímã e um cone feito de celulose ou outro material sintético apropriado. O cone de um alto-falante tem como função específica responder com vibrações de maior ou menor intensidade as variações de energia elétrica geradas por sua bobina.

O amplificador recebe o sinal dos processadores e deve aumentar a potência desse sinal para que ele seja reproduzido pelos alto-falantes. Normalmente os amplificadores de potência possuem níveis de sensibilidade de entrada entre 0dBu e 8,2dbu, definindo um valor fixo, que pode variar de fabricante para fabricante. Uma vez que esse número está definido, esse valor é utilizado, em geral, para toda a linha de amplificadores dessa marca. Essa potência pode ser expressa por um multiplicador, por exemplo: 20x. Isso vai significar que o sinal de entrada será amplificado 20 vezes, e então segue para os alto-falantes.

Em geral, podemos ter sinais de áudio balanceados e não balanceados. A técnica de balanceamento visa a eliminar, ou diminuir, ruídos em um sinal. Portanto, microfones que carregam um sinal de áudio com muita riqueza de detalhes, tendem a utilizar o balanceamento no seu sinal. Para instrumentos elétricos (como guitarras e baixos), não se utiliza, na maioria das vezes, o sinal balanceado, pois os captadores destes instrumentos não são como os microfones, que captam todo o som ao seu redor. No caso do baixo e da guitarra, os captadores (transdutores) vão captar com mais intensidade apenas as vibrações das cordas do instrumento.

Conexões

O sinal de áudio é transmitido por cabos que precisam ser conectados nos processadores, *mixers*, amplificadores, etc. Para que façamos essas ligações, precisamos ter vários tipos de conectores.

Temos muitos tipos de conectores, mas podemos listar os principais:

XLR Canon – “*plug*” balanceado para microfones

P10 Mono – “*plug*” para sinal de linha e instrumentos elétricos (guitarra, baixo,etc...)

P10 Estéreo – “*plug*” de fones de ouvido de estúdio

P2 Mono – “*plug*” para sinal de linha (usado em alguns microfones de baixo custo)

P2 Estéreo – “*plug*” de fone de ouvido para mp3 (áudio do computador)

RCA – “*plug*” para conexão entre aparelhos de som e vídeo domésticos

BNC – “*plug*” para teste de equipamentos de áudio de uso profissional, também usado para sinal digital de áudio em equipamentos de vídeo.

Pistas e canais

Quando gravamos áudio em aparelhos multipista, estamos armazenando representações magnéticas de um som em um espaço determinado de uma fita. Por exemplo, um gravador de 8 pistas tem a capacidade de armazenar 8 eventos em lugares diferentes da fita. Essas pistas podem ser gravadas simultaneamente ou separadamente - dependendo da unidade de gravação - mas estarão, sempre que tocadas, em sincronia.

Temos gravadores multipista analógicos de 2, 4, 8, 16 e 24 canais. Quando se fala em 48 canais, temos duas máquinas de 24 canais sincronizadas e duas fitas distintas rodando em total sincronia. Há certa confusão no uso dos termos canais e pistas (por isso é comum utilizarmos o anglicismo *tracks*): as “pistas” ou “*tracks*” são os lugares de uma mídia em que o material será gravado, enquanto o termo “canal” designa o endereçamento de um determinado sinal de áudio em uma mesa de mixagem (*mixer*), por exemplo.

Gravadores analógicos

A maioria dos equipamentos analógicos de gravação é, em termos de acesso, linear, ou seja, temos que mover a fita para frente (*fast fowarding*) ou para trás (*rewinding*). A exceção fica por conta dos antigos discos de vinil,

onde podemos colocar a agulha onde quisermos (achar o ponto já é outra estória).

Os gravadores analógicos foram os tipos de gravadores utilizados por muitos anos para todas as necessidades. Desde um simples cassete mono caseiro, até máquinas de 48 canais (na verdade, duas de 24 sincronizadas), esses gravadores foram parte do dia a dia de todos os amadores e profissionais.

Os primeiros projetos de gravadores multipista foram desenvolvidos por engenheiros alemães ainda na década de 1940. Algum tempo depois o padrão estéreo se firmou na indústria, inicialmente para gravações de música erudita e logo depois para todos os outros estilos de música lançados comercialmente pela indústria. Contudo, foi a partir dos esforços de Les Paul - o mesmo que construiu a famosa guitarra - que a Ampex desenvolveu um gravador de oito canais ainda na década de 50. No entanto, o modelo de Les Paul, mesmo pioneiro, era bem rudimentar se comparado aos sistemas multipista utilizados anos depois. Mesmo assim, os primeiros modelos realmente comerciais de multipista que apareceram foram de 3 canais, o que se provou muito útil para a música pop que estava aparecendo na década de 1960, pois permitia que se gravasse a base instrumental em 2 canais, deixando um apenas para a voz. Um bom exemplo desse método seriam os primeiros discos da gravadora Motown.

O surgimento dos gravadores de quatro canais foi um impulso tremendo para a produção fonográfica, pois, pela primeira vez podia-se fazer realmente *overdubs*: enquanto o modelo 3-*track* exigia que os três canais fossem gravados simultaneamente, o modelo de 4 canais preservava o canal anterior enquanto se gravava o próximo. Na verdade, exigia-se um cuidado técnico grande com os sub-mixes, pois se gravavam 3 canais, que eram então mixados para um quarto canal, liberando outros dois para *overdubs*, que depois eram sub-mixados novamente, e assim sucessivamente. Esse processo podia resultar em ruído excessivo devido aos múltiplos *bounces*. Um dos maiores exemplos de um projeto complexo feito em 4 canais seria o clássico *Sgt. Pepper Lonely Hearts Club Band* do Beatles. As máquinas de oito canais vieram a seguir, aumentando muito as possibilidades de gravação e *overdubbing*.

Tascam 8 track machine

Depois vieram os gravadores de 16 e 24 canais:

Tascam 16 track machine

Ampex 24 track machine